

Comparación morfométrica y de la producción de descendencia en dos poblaciones de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) en la II región de Chile.

Comparison of the production of offspring in two populations of *Thais chocolata* (Duclos, 1832) in the II Region of Chile.

Manuel E. Rojo^{1,2,3},

1 Departamento de Acuicultura, Universidad de Antofagasta P.O. Box 170, Antofagasta, Chile

2 Programa Doctorado en Ciencias Aplicadas, mención Sistemas Marinos Costeros Universidad de Antofagasta

3 Universidad de Antofagasta, Asistencia Técnica S.A. E-mail: manuelrojorojo@gmail.com

Resumen

Se evaluó el tamaño de ovocitos, tamaño de cápsulas, número de huevos y tamaño de embriones tempranos de ejemplares de *Thais chocolata* colectados en las localidades de La Rinconada (23° 28' S) y Caleta Punta Arenas (21° 38' S), norte de Chile, cada una de ellas con diferente oferta alimentaria. La evaluación del tamaño medio de los ovocitos provenientes de agregaciones reproductivas de cada localidad, se realizaron en base a cortes histológicos transversales del complejo gónada-glándula digestiva. La evaluación del tamaño de capsulas, número y tamaño de embriones, se realizó desde posturas generadas en laboratorio a partir de hembras obtenidas de ambas localidades. Los resultados no evidencian diferencias en el tamaño de los ovocitos, relacionados con las tallas de los ejemplares analizados, sin embargo, si se registran diferencias significativas en el tamaño de las capsulas, número de embriones y tamaños de estos entre las localidades estudiadas. Se analiza la relación entre las características morfométricas de la descendencia (Cápsulas – embriones) y el posible efecto del tipo de dieta sobre estas variables.

Palabras clave: *Thais chocolata*, ovocitos, embriones, cápsulas.

Abstract

We evaluated the egg number and size of oocytes, egg capsules and early embryos of *Thais chocolata* collected in two localities in northern Chile (La Rinconada, 23° 28' S and Caleta Punta Arenas 21° 38' S) differing in food supply. The evaluation of the average size of the oocytes in spawning aggregations from each locality, was conducted based on transverse histological section of the gonad-digestive gland

complex. Evaluation of capsule size, number and size of embryos was performed from laboratory generated postures from females obtained from both locations. Result shows no differences in oocyte size between localities. However, significant differences was found for the size of the capsules and number and sizes early embryos between localities. It analyzed the relationship between morphometric characteristics of descendance (capsules-embryos) and effects of diet in this parameters.

Keywords: *Thais chocolata*, ovocytos, embryos, capsules.

Introducción

Thais chocolata, (Duclos, 1982), gastrópodo carnívoro de la familia Thaididae, se distribuye desde Paíta en el Perú, hasta la Región de Valparaíso en Chile (Osorio, 1979), encontrándose entre los 5 y 40 m. de profundidad, ubicándose la fracción comercial, mayor a 55 mm, accesible a la pesquería (entre los 10 y 20 m. de profundidad. El hábitat utilizado por este recurso consiste preferentemente en áreas de fondos rocosos, conchuela y arena gruesa (Avendaño *et al.*, 1996, Andrade *et al.*, 1997, Avendaño *et al.*, 1997, Avendaño *et al.*, 1998), observándose distintas conductas alimentarias dependiendo del hábitat en el cual se encuentra, habiéndose observado depredando sobre cholgas en los fondos rocosos, o almejas u otro bivalvo como navajuelas u ostiones, en fondos de arena (Avendaño *et al.*, 1997, Avendaño *et al.*, 1998, Avendano *et al.*, 2008b, Avendaño *et al.*, 2008) *Thais chocolata* corresponde a una especie gonocórica con fertilización interna, sin evidencias externas de dimorfismo sexual (Rojas *et al.*, 1986). Durante la época reproductiva, tiende a formar agregaciones de organismos adultos, conocidos comúnmente como “maicillos” (Avendaño *et al.*, 1997, Avendaño *et al.*, 1998), conducta que también ha sido descrita para *Thais lamellosa* (Bertness, 1977) y *Concholepas concholepas* (Ramorino, 1975, Castilla, 1979).

Esta especie represento un recurso bentónico relevante para el sector pesquero artesanal del norte de Chile, sin embargo, debido a los altos niveles de explotación que se ejercieron desde los inicios de su extracción en el año 1978, con máximos desembarques registrados en el año 1986 (alrededor de 8.244 ton) (Avendaño *et al.*, 1996), sobrepasando los niveles técnicos recomendados para ese período, producto de la disminución significativa de los bancos naturales, lo que llevó a la Subsecretaria de Pesca en el año 1987 a decretar medidas de protección que incluyeron la fijación de un tamaño mínimo de captura (5.5 cm) y una veda extractiva entre los meses de enero a marzo . Esta situación genero una reducción de la fracción vulnerable de la zona somera, restringiendo su pesquería a las Regiones de Iquique y Antofagasta, lo que llevo a una merma importante en las capturas, y a partir de 1988 estas no fueron sustentables en las regiones Atacama, Coquimbo y Valparaíso (SUBPESCA, 1995).

La sobre explotación se vería facilitada por la estrategia reproductiva de esta especie, ya que al formar densas agregaciones durante la alimentación, copula y puesta, genera una mayor vulnerabilidad facilitando su captura (Avendaño *et al.*, 1998). Esta estrategia reproductiva en moluscos gastrópodos, estaría explicada por la necesidad de proveer sustrato, reducir la depredación y acceder a recursos alimenticios durante la etapa de reproducción (Butler *et al.*, 1999).

En el norte de Chile, se reconocen dos localidades, dada su importancia histórica y actual, respecto a los niveles de desembarques de este recurso; una de ellas corresponde al sector de Caleta Punta Arenas (21° 38' S) y la otra a la Reserva Marina la Rinconada (23° 28' S). Caleta Punta Arenas se caracteriza por la presencia, en sustratos rocosos de baja profundidad, de *Aulacomya ater*, presa principal de *T. chocolata* en esta localidad. En tanto La Reserva Marina de la Rinconada, se caracteriza por la presencia de áreas con arenas medias calcáreas mezcladas con zonas de arenas finas, en las cuales se ha registrado la presencia del bivalvo *Transenella pannosa*, el cual es altamente depredado por *T. chocolata* durante las agregaciones alimenticias y reproductivas. (Avendaño *et al.*, 1997). En la actualidad y debido a la creación de una Reserva Marina en este sector (Reserva Marina La Rinconada), *T. chocolata* se encuentra protegida de la explotación (Ortiz *et al.*, 2010).

Aspectos sobre la biología de este gastrópodo en Chile han sido escasamente estudiados, enfocándose principalmente en la descripción de los procesos reproductivos (Andrade *et al.*, 1997, Avendaño *et al.*, 1997), estructura poblacional (Avendaño *et al.*, 1996) y reproducción larval en laboratorio (Romero *et al.*, 2004). Sin embargo, no han sido desarrollados estudios que relacionen las características de los reproductores, con su potencial reproductivo a través de la calidad de las posturas de este gastrópodo.

El presente estudio pretende caracterizar y comparar las características morfológicas de ovocitos, capsulas y embriones producidos por hembras de *Thais chocolata* provenientes de dos localidades, con distinto tipo de dieta en el norte de Chile, de manera de comparar si el esfuerzo reproductivo en términos de producción de descendencia de las poblaciones presentes en Caleta Punta Arenas y Reserva Marina La Rinconada es determinado por parámetros como la talla y calidad de la dieta disponible en cada sector estudiado.

Materiales y Métodos

Colecta de ejemplares : mensualmente entre Abril 2009 y Enero 2010, mediante buceo autónomo, se colectaron un total de 80 ejemplares de *T. chocolata* sobre los 35 mm de longitud en Caleta Punta Arenas (CPA) y La Reserva Marina de La Rinconada (Fig. 1). Una vez colectados fueron transportados al laboratorio, en contenedores isotérmicos, utilizando 40 de ellos para tratamiento histológico de la gónada y los restantes para las experiencias de producción de capsulas en condiciones controladas. Paralelamente a la colecta de ejemplares se realizó un recorrido por buceo, barriendo en una extensión de 500 m la franja desde los 8 a 5 m de profundidad, con el objeto de detectar la presencia de agregaciones reproductivas del recurso. Cada vez que estas agregaciones fueron encontradas, una muestra de 25 ejemplares fueron tomadas, y anexadas a la muestra colectada para análisis histológico.

En el laboratorio, los ejemplares extraídos fueron pesados en una balanza digital (± 0.1 g) y medidos con un vernier digital (± 0.01 mm), siendo posteriormente disectados y extraídas secciones de la zona media del complejo gónada glándula hepática de la totalidad de las hembras siendo fijadas en Bouin, deshidratadas e incluidas en parafina. Cortes de 6 μ m de espesor fueron coloreados con hematoxilina eosina, siendo posteriormente analizados mediante microscopía óptica. Para el análisis microscópico de los cortes histológicos del complejo glándula-gónada se utilizó la siguiente escala propuesta por Cantillanez *et al.* (2011)



Figura 1: Localidades de colecta de ejemplares en el norte de Chile 1: Caleta Punta Arenas (PTA), 2: Reserva Marina La Rinconada (RIN)

Figure 1: Localities where samples were obtained in northern Chile 1: Caleta Punta Arenas (PTA), 2: Marine Reserve La Rinconada (RIN)

En el caso de los ejemplares para las experiencias de producción de cápsulas, estos , fueron mantenidos en contenedores plásticos de 70 litros, con flujo continuo de aire y agua de mar a temperatura ambiental, en densidades que no superaron los 40 individuos por contenedor, con el objeto de obtener de ellos la postura de cápsulas con huevos. Se registró la longitud total (entre el apice y el extremo del canal sifonal) y el peso de cada ejemplar utilizándose un pie de metro digital (0,01 mm precisión) y una balanza digital (0,1 g de precisión), respectivamente. Contrastación de estos valores (entre localidades) se realizaron mediante un ANDEVA no paramétrico, dada la no normalidad de los datos.

Estimación de edad de ejemplares: para determinar si la edad media difiere entre las poblaciones analizadas, se aplicó la siguiente ecuación derivada de la Ecuación de Crecimiento de Von Bertalanfy (Gulland, 1971, Sparre & Venema, 1995)

$$e = \frac{1}{K} * Ln \left(1 - \left(\frac{L_T}{L_\infty} \right) \right) - t_0$$

En la estimación de la edad se utilizaron los parámetros de crecimiento L_∞ y K indicados por Avendaño *et al.* (2010b) para Caleta Punta Arenas y por Cantillán *et al.* (2011) para La Reserva Marina de la Rinconada, siendo posteriormente contrastada la edad de los ejemplares de cada una de las poblaciones, a través de la prueba no-paramétrica U de Mann Whitney (U).

Análisis histológico de gónada: cortes histológicos transversales del complejo gónada-glándula digestiva de hembras en estado de madurez máxima, fueron obtenidas para el análisis histológico gonadal, fijados en Bouin alcohólico, deshidratadas e incluidas en parafina. Cortes de 6 μ m de espesor fueron coloreados con hematoxilina eosina (Gabe, 1968), previo al análisis microscópico.

Tamaño de ovocitos: la evaluación del tamaño medio de los ovocitos de cada población, se realizó mediante el análisis de los cortes histológicos realizados a las hembras capturadas desde ambas localidades, siendo seleccionadas para este análisis aquellos ejemplares que presentaron la máxima madurez gonadal, registrándose un total de 44 individuos (22 ejemplares de en Caleta Punta Arenas y 22 en La Reserva Marina La Rinconada). Cada placa histológica fue analizada completamente, de manera de cuantificar todos los ovocitos presentes, estandarizándose previamente el criterio de selección. Para ello se eligieron los ovocitos presentes en acinos bien definidos, caracterizándose un ovocito ideal, en base a una forma esférica que presentara el núcleo central y fuera posible observar el respectivo nucléolo. (Fig. 2). Una vez validado el criterio (núcleo central, presencia de nucléolo) se procedió a cuantificar el total

de placas, de las cuales solo 40 presentaron ovocitos que cumplieran con el criterio previamente establecido. Seleccionados los ovocitos en las placas, se procedió a medirlos con ayuda de un ocular graduado en sus dos ejes. Contrastándose posteriormente los valores medios mediante la prueba no-paramétrica U de Mann-Whitney (U).

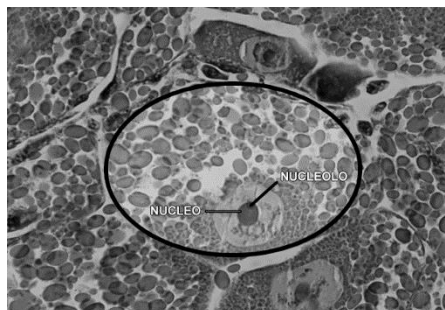


Figura 2: Placa histológica en donde se observan ovocitos con nucleo esférico y nucléolo central

Figure 2: Histological plate where oocytes are observed with the central spherical nucleus and nucleolus.

Tamaño de capsulas: una vez observadas posturas de los ejemplares que se mantuvieron en los estanques, se procedió a extraer en forma azarosa a lo menos 20 capsulas de cada maicillo generados por las hembras de cada localidad estudiada, las cuales fueron fotografiadas sobre una papel milimetrado con una cámara Canon T1i (Fig. 3), siendo su longitud analizada mediante el software Image-J previa calibración de cada imagen. Los resultados obtenidos se compararon entre localidades mediante la prueba no-paramétrica U de Mann-Whitney (U).

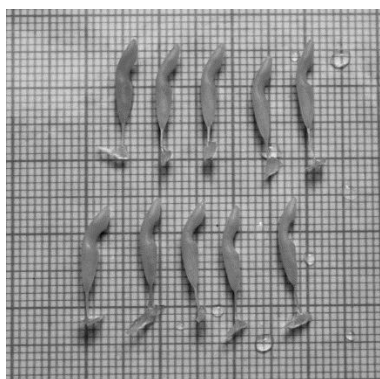


Figura 3: Capsulas de *Thais chocolata* fotografiadas sobre papel milimetrado para su posterior medición con ayuda del programa Image-J.

Figure 3: *Thais chocolata* capsule photographed on graph paper for subsequent measurement using Image-J program.

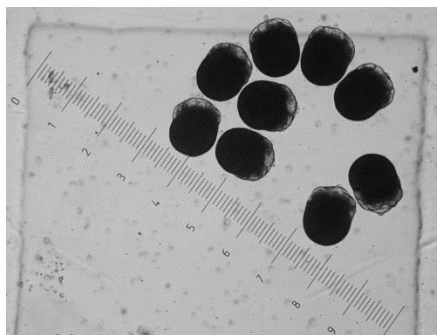


Figura 4: Embriones de *Thais chocolata* fotografiados con ocular graduado para su posterior medición con ayuda del programa Image-J.

Figure 4: Embryo of *Thais chocolata* photographed using a graduated eyepiece for subsequent measurement using Image-J program.

Número y tamaño de embriones: una vez registrada la talla de las cápsulas, éstas fueron disectada a través de un corte longitudinal desde la parte superior hasta la cercanía del pedúnculo. Una vez abiertas, su contenido fue dispuesto en una cámara de recuento Sedgewick Rafter, incorporándole agua de mar filtrada para extraer la totalidad de embriones. Una vez extraídos, se procedió a cuantificar el número total de cada cápsula, bajo un microscopio Leica DM LS2. Simultaneo al recuento se obtuvieron fotografías digitales al azar de los embriones con una cámara Canon T1I adosada al ocular del microscopio que contaba con una reglilla graduada y calibrada (Fig. 4). Posteriormente las fotografías fueron analizadas con ayuda del programa computacional Image-J, utilizando como referencia para la medición la reglilla que también fue registrada en las fotografías. Los valores observados fueron comparados entre localidades mediante la prueba no-paramétrica U de Mann-Whitney (U).

Pruebas estadísticas: para los análisis estadísticos se utilizó el estadístico Minitab v15.0, evaluándose los resultados a través de pruebas no paramétricas ante la ausencia de normalidad en los datos analizados.

Resultados

Talla y peso de las hembras: la talla de los ejemplares colectados en Caleta Punta Arenas fluctuó entre 63,50 y 84,22 mm de longitud total con una talla media de 69,18 (DS=4,85 mm. El peso de estos ejemplares fluctó entre 55,30 y 128,70 g y presentó una media de 70,18 (DS=17,07 g. Para el caso de las hembras colectadas en la Reserva Marina la Rinconada, la longitud vario en un rango entre 45,25 y 91,25 mm, con una talla media de 72,82 (DS=13,81 mm); mientras que su peso lo hizo entre 17,60 y 210,30 g,

presentando una media de $127,75 \pm 69,94$ g. El estadístico aplicado demostró que el tamaño de los organismos fueron diferentes entre localidades ($U=1081,0$; $P < 0,001$), lo mismo que su peso ($U=1041,0$; $P < 0,001$)

Edad de los ejemplares: la edad estimada para los ejemplares de Caleta Punta Arenas vario entre 5,07 y 10,08 años, con una edad media de 6,10 DS=1,09 años. En tanto para el caso de la Reserva Marina de La Rinconada, la edad de los ejemplares fluctuó entre 2,46 y 8,44 años, con una edad promedio de 5,39 DS=1,64 años. Al comparar estadísticamente las edades entre las poblaciones analizadas, la prueba no paramétrica indico ausencia de diferencias significativas marginales entre las poblaciones estudiadas ($U=1761,0$; $P=0,0768$)

Tamaño de Ovocitos: el tamaño de los ovocitos de Caleta Punta Arenas se encontró en un rango entre 81,25 y 143,75 $\mu\text{m.}$, con una media de 112,20 DS=14,52 $\mu\text{m.}$ En tanto, para el caso de los ejemplares capturados en La Rinconada el tamaño medio de estos vario entre 81,25 y 148,75 $\mu\text{m.}$ Con un valor medio de 109,28 DS=16,81 μm) (Fig 5). La prueba U de Mann-Witney para el diámetro medio de los ovocitos indico la ausencia de diferencias significativas entre las localidades en estudio ($U=1642,5$; $P = 0,623$)

Tamaño de cápsulas: la longitud de las cápsulas, obtenidas desde los ejemplares colectados en Caleta Punta Arenas variando en un rango de 8,94 y 13,92 mm., presentando una media de 10,28 DS=1,16 mm. Por su parte, los ejemplares de La Reserva Marina de La Rinconada presentaron un rango de variación entre 11,91 y 15,91 mm. Con un tamaño medio de capsulas de 13,46 DS=1,19 mm. (Fig. 5). La prueba U de Mann-Whitney para tamaño de cápsulas indico la existencia de diferencias significativas entre las localidades en estudio ($U=221,0$; $P < 0,001$).

Número y tamaño de embriones: el número de embriones promedio por cápsula para los ejemplares de Caleta Punta Arenas fluctuó entre 705 y 1470 embriones, con una media de 1138,3 DS=190,0 embriones. Mientras que el número obtenido desde las cápsulas producidas por los ejemplares colectados en La Reserva Marina de La Rinconada se encontró rango que vario entre 945 y 3106 embriones, con un número medio de de 2091 DS=456 embriones.(Fig. 5)

El análisis de varianza no paramétrico indico diferencias significativas para el número de embriones entre las localidades analizadas ($U=227,0$; $P < 0,001$). El diámetro medio de los embriones para el caso de Caleta Punta Arenas, fluctuó entre 110,00 y 146,00 μm con una media de 123,46 DS=4,60 $\mu\text{m.}$ En tanto, para el caso de La Reserva Marina de La Rinconada la talla media de los embriones vario entre 120,50 y 149,50 $\mu\text{m.}$ Con un valor medio de 127,34 DS=3,40 μm (Fig. 5). El análisis de varianza

indicó diferencias significativas para el tamaño medio de embriones entre las localidades analizadas ($U=116190,5$; $P < 0,001$).

Al correlacionar las variables talla de los ejemplares con el tamaño de las capsulas producidas y el número de embriones por capsulas, el coeficiente de correlación de Pearson indica altos valores de correlación entre la talla de las capsulas y la localidad y entre el número de embriones y la talla de las capsulas, así como el número de embriones con la localidad (Tabla 1).

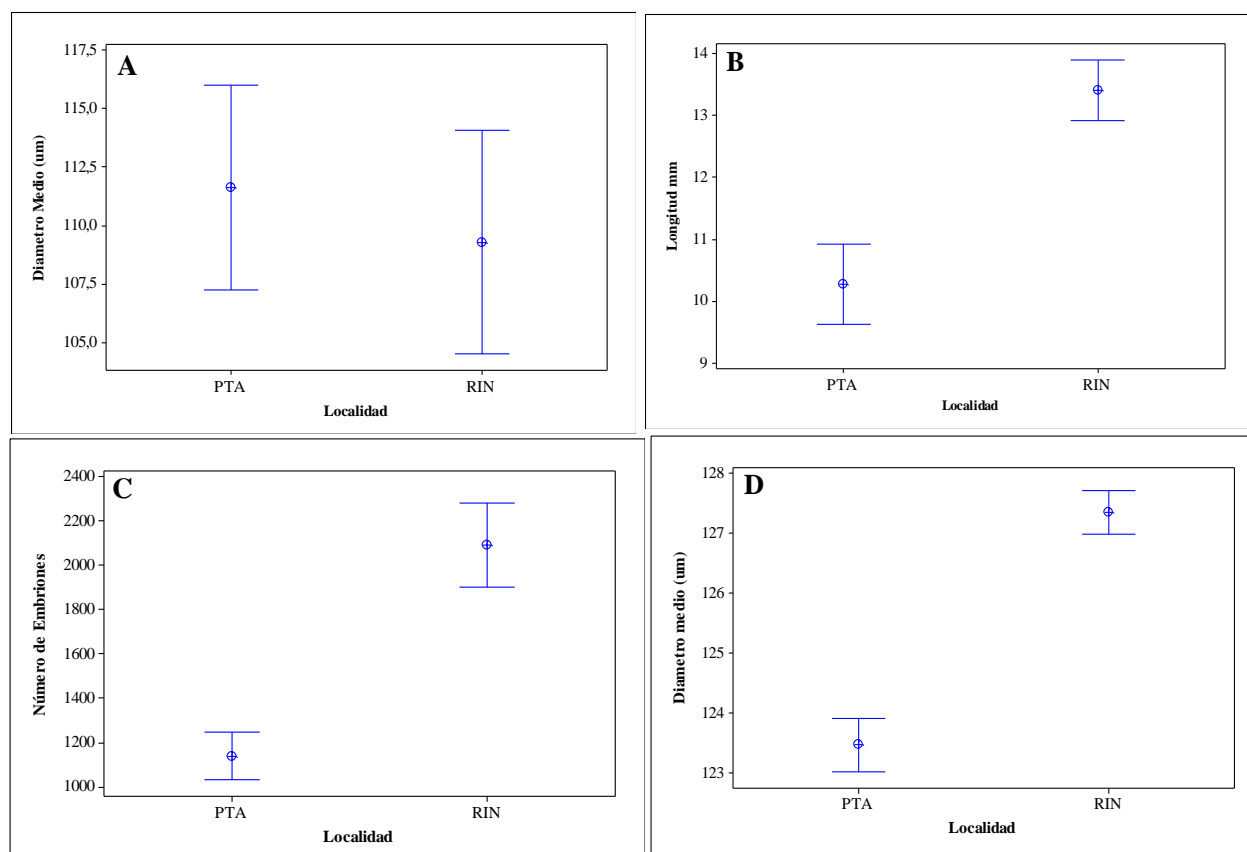


Figura 5: A) diametro (μm) de ovocitos en hembras en estado de madurez máxima, B) tamaño de cápsulas (mm), C) Número de embriones tempranos por cápsula y D) Diámetro medio (μm) de embriones tempranos de *Thais chocolata*.

Figure 5: A) Diameter (μm) of oocyte in females in maximal maturation stage B) capsules size (mm), C) numbers of early embryos per capsule and D) Average diameter (micron) in early embryos of *Thais chocolata*.

Tabla 1: Valores de correlación entre las variables Localidad, Talla, Tamaño de capsulas y número de embriones.

Table 1: Correlation values between variables Location, size, capsule size and number of embryos

| | Tamaño cápsulas | | Localidad | | Talla Hembras | |
|---------------|-----------------|--------|-------------|--------|---------------|-------|
| | Correlación | P | Correlación | P | Correlación | P |
| Localidad | 0,766 | >0,001 | - | - | 0,041 | 0,819 |
| Talla hembras | 0,074 | 0,679 | 0,041 | 0,819 | - | - |
| Nº embriones | 0,809 | >0,001 | 0,796 | >0,001 | 0,162 | 0,36 |

Tabla 2: Tamaño de ovocitos maduros de diferentes especies de gastrópodos marinos

Table 2: Mature ovocyte size in different marine gastropods

| Especie | Tamaño ovocitos (µm) | Referencia |
|----------------------------|----------------------|------------------------------------|
| <i>Buccinum isaotakii</i> | 100-200 | Illano <i>et al.</i> , 2003 |
| <i>Bolinus brandaris</i> | 250 | Amor <i>et al.</i> , 2004 |
| <i>Megathura crenulata</i> | 133-140 | Padilla, 2004 |
| <i>Plicopurpura pansa</i> | 137-159 | Naegel & Del Prado-Rosas, 2004 |
| <i>Tegula spp.</i> | 130-165 | Ortiz-Ordoñez <i>et al.</i> , 2009 |
| <i>Thais chocolata</i> | 81-148 | este trabajo |

Tabla 3: Tamaño de capsulas, número de embriones y tamaño de embriones de algunas especies de gastrópodos de la Familia Muricidae.

Table 3: Size of capsules, number of embryos and embryo size of some species of the Family Muricidae.

| Especie | Tamaño Capsulas (cm) | Número de Embriones | Tamaño embriones (µm) | Referencia |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <i>Chorus giganteus</i> | 1,43 – 1,67 | Na | 210 – 270 | Leiva <i>et al</i> 1998 |
| <i>Concholepas concholepas</i> | 1,20 – 2,50 | 2000 – 8000 | Na | Manriquez & Castilla 2001 |
| <i>Hexaples trunculus</i> | 0,44 – 0,79 | 641 – 804 | 216 – 264 | Vasconcelos <i>et al.</i> , 2004 |
| <i>Rapana venosa</i> | 0,87 – 1,86 | 124 – 1090 | 182 – 276 | Saglam & Duzgunes 2007 |
| <i>Trophon geversianus</i> | na | 183-212 | 240–320 | Cumplido <i>et al.</i> , 2011 |
| <i>Thais chocolata</i> | 1,02 – 1,04 | 1832 - 3131 | 125 – 135 | Romero <i>et al.</i> , 2004 |
| <i>Thais chocolata</i> | 0,89 – 1,59 | 1196 - 3106 | 114 - 129 | este trabajo |

Discusión

Los resultados de este estudio ponen en evidencia la presencia de diferencias significativas en las tallas observadas para ambas localidades, siendo los menores valores observados en los organismos provenientes de Caleta Punta Arenas, sector que ha sido reconocido históricamente por el alto grado de explotación que se realiza sobre este recurso (Avendaño *et al.*, 2010a). Estas diferencias, estaría dando indicios respecto del efecto de la pesquería sobre este recurso, lo cual ya ha sido informado para gasterópodos, por Sagarin *et al.*, (2007) y Ramírez *et al.*, (2009), los cuales han indicado que la sobre explotación de los recursos provoca una disminución en la densidad y una alteración en la estructura por tallas de las poblaciones, debido principalmente a la captura de los ejemplares de mayor tamaño.

Lo anterior se hace evidente al comparar la edad de los ejemplares analizados, los cuales pese a presentar valores de constante de crecimiento (K) similares, evidencian una menor talla en la población analizada en Caleta Punta Arenas. Lo anterior podría corresponder a una respuesta a la calidad de la dieta que los organismos consumen, sin embargo sería necesario evaluar dicha respuesta ya que Burrows & Hughes, (1990) plantean que no solo la dieta tendrá un efecto en modificar las tasas de crecimiento e incrementos de peso de los gastrópodos, sino que también la variabilidad ambiental y los costos energéticos de los organismos tendrán un efecto importante sobre esta variable.

Esta situación ya ha sido observada en otros recursos pesqueros, en donde la intensa pesquería sobre agregaciones no solo tiene efectos sobre el reclutamiento, sino que además genera efectos en el stock desovante (mayor a 35 mm), llevándolo incluso hasta niveles no sostenibles como ha ocurrido en los últimos años (Arendse *et al.*, 2007a), lo cual sin duda tuvo y tendrá un potencial efecto sobre la calidad y cantidad de descendencia producida por este gastrópodo durante cada uno de los eventos reproductivos.

Si bien existe un efecto sobre la talla y consecuentemente sobre el peso de los ejemplares de las localidades analizadas, esta condición no se ve reflejada en las características del tamaño de los ovocitos observados, siendo además la talla de estos similares a los registrados en otras especies de la misma familia (Ilano *et al.*, 2003, Amor *et al.*, 2004, Naegel & Gómez del Prado Rosas, 2004) así como también para el caso de otros gastrópodos (Padilla, 2004, Ortiz-Ordoñez *et al.*, 2009) (Tabla 2), lo cual estaría indicando que eventualmente esta característica es potencialmente conservativa entre las especies de gasterópodos marinos.

Para el caso del tamaño de las capsulas, los resultados obtenidos para esta variable son coincidentes con los rangos registrados por Romero *et al.*, (2004), encontrándose solo diferencias marginales que podrían corresponder al efecto de la talla de los organismos utilizados en ambas

experiencias. Al comparar los valores observados con aquellos registrados con la literatura para el caso de otros gastrópodos muricidae, estos también se encuentran dentro de los rangos ya registrados para este tipo de organismo (Tabla 3)

En tanto el tamaño de los embriones observados en las oviposuras de este gastrópodo en este trabajo fueron similares a lo registrado por Romero *et al.*, (2004), siendo las diferencias del diámetro medio observadas en este trabajo atribuibles al efecto de la talla y edad de los ejemplares que aportan a la reproducción en cada uno de los sitios analizados. Es así como Ito (1997) y Sakai & Harada (2001) ha indicado que tanto el edad como el tamaño de la madre estarían correlacionados con el tamaño de la descendencia producida en cada evento reproductivo.

Por otro lado, el tamaño de los embriones observados en este trabajo son levemente inferiores a los registrados para otras especies de la familia muricidae (Leiva *et al.*, 1998, Manriquez & Castilla, 2001, Vasconcelos *et al.*, 2004, Saglam & Duzgunes, 2007, Cumplido *et al.*, 2011) (Tablas 1 y 3). Nuestros resultados indican la ausencia de diferencias en el tamaño de los ovocitos pese a existir diferencia en las tallas de los ejemplares entre las localidades analizadas. Lo anterior determinaría la existencia de diferencias en términos del tamaño de las cápsulas y número de embriones producidos por las poblaciones presentes en las localidades analizadas. Esta condición podría ser atribuible a diferencias en la dieta así como también a la variabilidad local a la cual estas poblaciones se encuentran expuestas.

Agradecimientos

El presente estudio fue realizado gracias al financiamiento del proyecto FIP 2008-27. Se agradecen las facilidades brindadas por el Edificio CENSOR en donde se realizaron las experiencias de producción de capsulas, así como a CONICYT por el financiamiento recibido a través de la beca de estudios de postgrado, así como también las correcciones de un recibidas del Dr. Marcelo Oliva..

Referencias

- Amor, M. J., M. Ramon, & M. Durfort. 2004. Ultrastructural studies of oogenesis in *Bolinus brandaris* (Gastropoda: Muricidae). *Scientia Marina*. 68: 343-353.
- Andrade, C., J. González, J. Oliva, V. Baros, A. Olguín, C. León, M. Romero, M. Cortes, & C. Cortes. 1997. Estudio del ciclo vital del recurso locote (*Thais chocolata*), en las Regiones I a IV. FIP 94-34: 90.
- Arendse, C. J., A. Govender, & G. M. Branch. 2007. Are closed fishing seasons an effective means of increasing reproductive output? A per-recruit simulation using the limpet *Cymbula granatina* as a case history. *Fisheries Research* 85: 93-100.

- Avendano, M., M. Cantillanez, & G. Thouzeau. 2008. Effects of water depth on survival and growth of *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) spat in northern Chile. *Aquaculture International* 16:377-391.
- Avendaño, M., M. Cantilláñez, H. Baeza, & M. Oliva. 1996. Estructura de talla de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) (Gastropoda:Thaididae) en desembarques de la region de Antofagasta-Chile. *Estudios Oceanológicos* 15: 11-15.
- Avendaño, M., M. Cantilláñez, M. E. Oliva, & A. Olivares. 2010a. Comportamiento y parámetros reproductivos de locote (*Thais chocolata*) en la I y II región Informe Final Proyecto FIP 2008-27.
- Avendaño, M., M. Cantilláñez, A. Olivares, & M. Oliva. 1997. Conducta reproductiva de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) (Gastropoda:Thaididae), en La Rinconada, Antofagasta-Chile: Causal de vulnerabilidad a la pesca. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 32:177-187.
- Avendaño, M., M. Cantilláñez, A. Olivares, & M. Oliva. 1998. Indicadores de agregación reproductiva de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) (Gastropoda, Thaididae) en Caleta Punta Arenas (21°38'S-70°09'W). *Investigaciones Marinas, Valparaiso* 26:15-20.
- Avendaño, M., M. Cantilláñez, A. Olivares, & M. Oliva. 2010b. Comportamiento de Parámetros reproductivos de locote (*Thais chocolata*) en la I y II region, Informe Final, FIP 2008-27.193.
- Avendaño, M., M. Ortiz, & M. Cantilláñez. 2008. Determinación de escenarios para la explotación sustentable de la reserva Marina la Rinconada. Informe Final proyecto Innova de CORFO 04CR7IPM-01.
- Bertness, M. D. 1977. Behavioral and ecological aspects of shore-level size gradients in *Thais lamellosa* and *Thais emarginata*. *Ecology* 58:86-97.
- Burrows, M. T., & R. N. Hughes. 1990. Variation in Growth and Consumption among Individuals and Populations of Dogwhelks, *Nucella-Lapillus* - a Link between Foraging Behavior and Fitness. *Journal of Animal Ecology* 59: 723-742.
- Butler, M. J., A. B. MacDiarmid, & J. D. Booth. 1999. The cause and consequence of ontogenetic changes in social aggregation in New Zealand spiny lobsters. *Marine Ecology Progress. Series*, 188: 179-191.
- Cantilláñez, M., M. Avendaño, M. Rojo, & A. Olivares. 2011. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Thais chocolata* (Duclos, 1832) (Gastropoda, Thaididae), en la reserva marina La Rinconada, Antofagasta, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 39:499-511.
- Castilla, J. C. 1979. *Concholepas concholepas* (Mollusca, Gastropoda, Muricidae): Postura de cápsulas en el laboratorio y en la naturaleza. *Biología Pesquera, Chile* 12:91-97.
- Cumplido, M., P. Pappalardo, M. Fernández, A. Averbuj, & G. Bigatti. 2011. Embryonic development, feeding and intracapsular oxygen availability in *Trophon geversianus* (Gastropoda: Muricidae). *Journal of Mollusk. Studies*, 77:429-436.

- Gabe, M. 1968. Techniques histologiques. Masson et Cie, Paris:1133.
- Gulland, J. A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. . Acribia FAO:161.
- Ilano, A. S., K. Fujinaga, & S. Nakao. 2003. Reproductive cycle and size at sexual maturity of the commercial whelk *Buccinum isaotakii* in Funka Bay, Hokkaido, Japan. Journal Marine Biology Association UK. 83:1287-1294.
- Ito, K. 1997. Egg-size and -number variations related to maternal size and age, and the relationship between egg size and larval characteristics in an annual marine gastropod, *Halio japonica* (Opisthobranchia; Cephalaspidea). Marine Ecology Progress. Series, 152:187-195.
- Leiva, G. E., J. E. Munoz, & J. M. Navarro. 1998. Encapsulated development and hatching mechanism of the trumulto snail *Chorus giganteus* (Gastropoda : Muricidae), under laboratory conditions. Revista Chilena de Historia Natural 71:157-167.
- Manriquez, P. H., & J. C. Castilla. 2001. Significance of marine protected areas in central Chile as seeding grounds for the gastropod *Concholepas concholepas*. Marine Ecology Progress. Series, 215:201-211.
- Naegel , L. C. A., & M. Gómez del Prado Rosas. 2004. Embriogénesis y desarrollo larvario intra-capsular de *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) (Prosobranchia, Muricidae) en condiciones de laboratorio. Ciencias Marinas 30:297-310.
- Ortiz, M., M. Avendano, M. Cantillanez, F. Berrios, & L. Campos. 2010. Trophic mass balanced models and dynamic simulations of benthic communities from La Rinconada Marine Reserve off northern Chile: network properties and multispecies harvest scenario assessments. Aquatic Conservation, 20:58-73.
- Ortíz-Ordoñez, E., E. L. Mendoza-Santana, J. Belmar-Pérez, & T. d. N. J. Padilla-Benavides. 2009. Histological Description of the Male and Female Gonads in *Tegula eiseni*, *T. funebris*, *T. aureotincta*, *T. gallina* and *T. regina* from Bahía Tortugas, B.C.S., Mexico. International Journal of Morphology, 27:691-697.
- Osorio, R. C. 1979. Moluscos Marinos de Importancia Económica en Chile. Biología Pesquera 11:3-47.
- Padilla, T. 2004. Estudio histológico de la gónada de *Megathura crenulata*, *Tegula eiseni*, *T. aureotincta* y *T. regina* (Mollusca: Gastropoda) Bahía Tortugas, B.C.S. . Tesis de Licenciatura. E.N.C.B.-I.PN, México:47.
- Ramírez, R., F. Tuya, & R. J. Haroun. 2009. Efectos potenciales del marisqueo sobre moluscos gasterópodos de interés comercial (*Osilinus* spp. y *Patella* spp.) en el Archipiélago Canario. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 44:703-714.
- Ramorino, L. 1975. Ciclo reproductivo de *Concholepas concholepas* en la zona de Valparaíso. Revista de Biología Marina, 15:149- 177.

- Rojas, N., T. J., & V. Ishiyama. 1986. Ciclo de reproducción y escala de madurez gonadal en el "caracol" *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832). Revista Científica Universidad Nacional Mayor San Marcos 74:117-129.
- Romero, M. S., C. S. Gallardo, & G. Bellolio. 2004. Egg laying and embryonic-larval development in the snail *Thais (Stramonita) chocolata* (Duclos, 1832) with observations on its evolutionary relationships within the Muricidae. Marine Biology, 145:681-692.
- Sagarin, R., R. Ambrose, B. Becker, J. Engle, J. Kido, S. Lee, C. Miner, S. Murray, P. Raimondi, D. Richards, & C. Roe. 2007. Ecological impacts on the limpet *Lottia gigantea* populations: human pressure over a broad scale on island and mainland intertidal zones. Marine Biology, 150:399-413.
- Saglam, H., & E. Duzgunes. 2007. Deposition of egg capsule and larval development of *Rapana venosa* (Gastropoda : Muricidae) from the south-eastern Black Sea. Journal of Marine Biology Association UK. 87:953-957.
- Sakai, S., & Y. Harada. 2001. Why Do Large Mothers Produce Large Offspring? Theory and a Test. American Naturalist, 157:348-359.
- Sparre, P., & S. Venema. 1995. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. FAO Fish. Technical Paper 306:376.
- SUBPESCA. 1995. Regulación del acceso a la pesquería del caracol locote. Inf. Téc. Subsecretaría de Pesca, Chile:16 pp.
- Vasconcelos, P., M. B. Gaspar, S. Joaquim, D. Matias, & M. Castro. 2004. Spawning of *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* (Gastropoda: Muricidae) in the laboratory: description of spawning behaviour, egg masses, embryonic development, hatchling and juvenile growth rates. Invertebrate Reproduction Development 46:125 - 138.